

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 10 月 28 日 (28.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/093196 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 27/14, 27/148, H04N 5/335

5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005487

(22) 国際出願日: 2004 年 4 月 16 日 (16.04.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2003-111976 2003 年 4 月 16 日 (16.04.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒

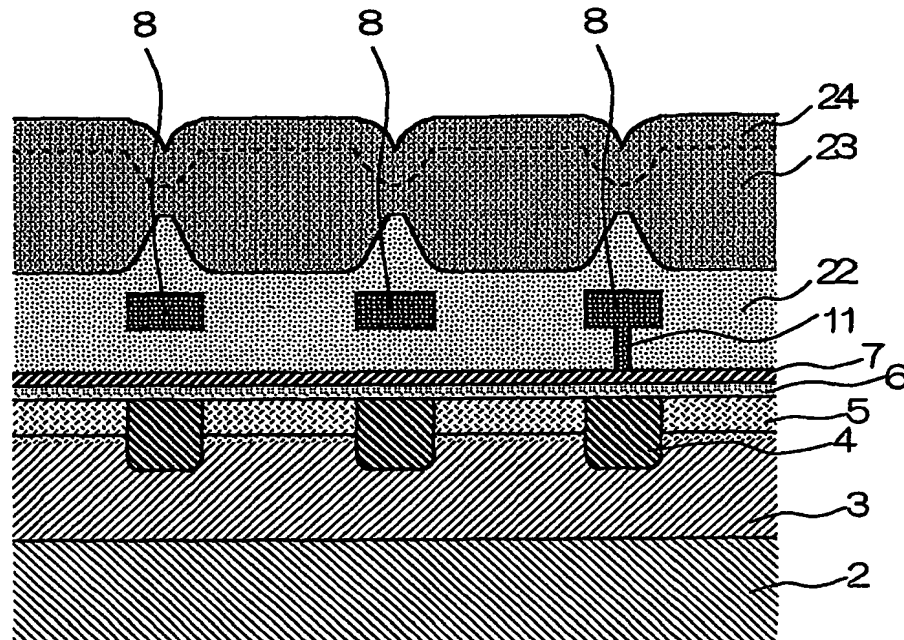
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 甲斐 誠二 (KAI, Seiji) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 松井 良次 (MATSUI, Ryouji) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 山田 哲也 (YAMADA, Tetsuya) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 今井 勉 (IMAI, Tsutomu) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 竹川 一之 (TAKEGAWA, Kazuyuki) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: SOLID-STATE IMAGER AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 固体撮像素子及びその製造方法



(57) Abstract: A solid-state imager is disclosed wherein isolated regions (4) are covered with power supply lines (8), a light-transmitting lens film (24) whose surface forms continuous convex portions above the separate regions (4) towards channel regions (5) is provided, and a light-transmitting material having a refractive index lower than that of the lens film (24) is provided over the lens film (24).

(57) 要約: 分離領域 (4) の上を電力供給線 (8) が覆い、透光性を有し、且つ、その表面が分離領域 (4) 上でチャネル領域 (5) へ向かって連続的に凸部をなすレンズ膜 (24) を有し、

[続葉有]



(74) 代理人: 吉田 研二, 外(YOSHIDA, Kenji et al.); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町1丁目34番12号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 固体撮像素子及びその製造方法

## 技術分野

本願発明は、受光効率を改善した固体撮像素子及びその製造方法に関する。

## 背景技術

図15は、従来のフレーム転送方式の固体撮像素子の概略構成を示す平面図である。フレーム転送方式の固体撮像素子1は、撮像部1i、蓄積部1s、水平転送部1h及び出力部1dを備えて構成される。撮像部1iは、垂直方向に互いに平行に配置される複数の垂直シフトレジスタから構成され、垂直シフトレジスタの各ビットが各受光画素を形成する。蓄積部1sは、撮像部1iを構成する複数の垂直シフトレジスタに連続する複数の垂直シフトレジスタから構成される。水平転送部1hは、蓄積部1sの出力側に設けられる1列の水平シフトレジスタから構成され、その各ビットが、複数の垂直シフトレジスタの各列に対応付けられる。出力部1dは、水平転送部1hから出力される情報電荷を受ける容量を備えて構成される。

この構成において、撮像部1iに構成される複数の受光画素で発生する情報電荷は、所定の期間各受光画素に蓄えられ、フレーム転送クロック $\phi f$ に応答して、高速で蓄積部1sに転送される。そして、蓄積部1sに一時的に蓄積され、垂直転送クロック $\phi v$ に応答して、順次1ライン単位で水平転送部1hに転送される。水平転送部1hに転送された情報電荷は、水平転送クロック $\phi h$ に応答して、順次1画素単位で出力部1dに転送され、逐次電圧値に変換されて画像信号Y(t)として出力される。

図16は、撮像部1iの一部構成を示す平面図であり、図17は、図16のX-X断面図である。

N型のシリコン基板2の一主面上に素子領域となるP型の拡散層3が形成される。このP型の拡散層3の表面領域に、P型の不純物が高濃度に注入された複数

の分離領域 4 が互いに一定距離を隔てて平行に配置される。これらの分離領域 4 の間には、N 型の拡散層が形成され、情報電荷の転送経路となる複数のチャネル領域 5 が形成される。複数のチャネル領域 5 の上には、薄い酸化シリコンからなるゲート絶縁膜 6 を介して、多結晶シリコンの複数の転送電極 7 が、複数のチャネル領域 5 と交差する方向に延在して互いに平行に配置される。これらの転送電極 7 には、例えば、3 相のフレイム転送クロック  $\phi f1 \sim \phi f3$  が印加され、これらのクロックパルスによってチャネル領域 5 のポテンシャルの状態が制御される。

複数の転送電極 7 の上には、ゲート絶縁膜 6 と同一材料の層間絶縁膜が形成され、この層間絶縁膜上で分離領域 4 を覆うように、例えば、アルミニウムからなる複数の電力供給線 8 が配置される。これら複数の電力供給線 8 は、分離領域 4 と転送電極 7 の交点で層間絶縁膜に所定の間隔で形成されるコンタクトホール 11 を介して転送電極 7 に接続される。例えば、3 相駆動の場合、転送電極 7 の 2 本おきにコンタクトホール 11 が設けられ、各電力供給線 8 が転送電極に 2 本おきに接続される。これら複数の電力供給線 8 を覆うように更に層間絶縁膜 9 が形成され、更に、この層間絶縁膜 9 の上に窒化シリコンからなる保護膜 10 が形成される。

#### 発明の開示

上述の固体撮像素子の場合、受光領域上で分離領域 4 を覆うように複数の電力供給線 8 が形成されている。これら複数の電力供給線 8 で用いられているアルミニウム材料は、一般に光を反射する特性を有している。このため、受光領域に一樣に入射される光のうち、電力供給線 8 上に入射される光が電力供給線 8 の表面で反射してしまう。したがって、電力供給線 8 上に入射される光がチャネル領域 5 に導かれず、情報電荷として取り込まれないという不都合があった。

本願発明は、半導体基板と、この半導体基板の一主面に互いに一定の距離を隔てて平行に配列される複数のチャネル領域と、この複数のチャネル領域の間隙に配置される複数の分離領域と、前記半導体基板上に前記複数のチャネル領域と交差する方向に延在して配列される複数の転送電極と、前記複数の転送電極上に前

記複数の分離領域に沿って配置される複数の電力供給線と、前記複数の転送電極上に前記複数の電力供給線を覆って積層される透光性の絶縁膜と、前記絶縁膜上に積層される透光性の上層及び下層のレンズ膜と、を備え、前記絶縁膜の膜厚は、前記分離領域の中心で厚くなると共に前記チャンネル領域の中心で薄くなり、かつ、前記上層レンズ膜は、その表面が前記分離領域上で前記チャンネル領域へ向かって連続的に凸部をなす形状を有し、前記上層レンズ膜は、前記上層レンズ膜の上層の物質よりも高い屈折率を有することにある。

また、その製造方法として、半導体基板の一主面に複数のチャンネル領域を互いに一定の距離を隔てて平行に配列すると共に、前記複数のチャンネル領域の間に複数の分離領域を形成する第1の工程と、前記半導体基板上に複数の転送電極を前記複数のチャンネル領域と公差する方向に延在して形成すると共に、前記複数の転送電極の上に複数の電力供給線を前記分離領域を覆って形成する第2の工程と、透光性の絶縁膜を所定の膜厚で前記複数の転送電極上に積層する第3の工程と、前記複数の電力供給線を覆って前記複数のチャンネル領域に沿って延在するマスクパターンを前記絶縁膜上に形成する第4の工程と、前記マスクパターンに沿って前記絶縁膜を異方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記複数のチャンネル領域に沿って薄くする第5の工程と、透光性の下層レンズ膜を前記絶縁膜上に積層する第6の工程と、前記下層レンズ膜をエッチバック処理により、前記分離領域上に凹部を形成する第7の工程と、透光性の上層レンズ膜を前記下層レンズ膜上に積層する第8の工程と、を有し、前記上層レンズ膜は、前記上層レンズ膜の上層の物質よりも高い屈折率を有することを特徴とする。

本願発明によれば、上層レンズ膜の表面がプリズムと同様の機能を果たし、電力供給線に入射される光をチャンネル領域へ導くことができる。これにより、受光領域に照射される光を効率良く画素領域に取り込み、高い受光感度で情報電荷に変換することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本願発明の実施形態を説明する断面図である。

図2は、本願発明の構造を採用した場合の光線追跡を示す図である。

図 3 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 1 工程を説明する断面図である。

図 4 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 2 工程を説明する断面図である。

図 5 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 3 工程を説明する断面図である。

図 6 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 4 工程を説明する断面図である。

図 7 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 5 工程を説明する断面図である。

図 8 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法のオプション工程を説明する断面図である。

図 9 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 6 工程を説明する断面図である。

図 10 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 7 工程の初期段階を説明する断面図である。

図 11 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 7 工程の中間段階を説明する断面図である。

図 12 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 7 工程の最終段階を説明する断面図である。

図 13 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法の第 8 工程を説明する断面図である。

図 14 は、本願発明の他の実施形態を説明する断面図である。

図 15 は、従来のフレーム転送方式の固体撮像素子の概略構成を示す平面図である。

図 16 は、撮像部の構成を説明する平面図である。

図 17 は、撮像部の構成を説明する断面図である。

## 発明を実施するための最良の形態

図1は、本願発明の固体撮像素子の実施形態を示す構成であり、図17と同一部分を示している。尚、この図において、N型シリコン基板2、P型拡散層3、分離領域4、チャネル領域5、ゲート絶縁膜6、転送電極7及び電力供給線8は、図17に示すものと同一である。本願発明の特徴とするところは、複数の転送電極7の上に、電力供給線8を覆いつつ、上層レンズ膜24の表面が、分離領域4上でチャネル領域5へ向かって連続的に凸部をなす形状を有していることに特徴がある。

上層レンズ膜24は上層レンズ膜24上の物質よりも高い屈折率を有し、かつ光学的に透明性を有する材料からなる。そして、図1に図示していないが、上層レンズ膜24上に保護膜を形成する場合には、保護膜は光学的に透明性を有する材料により、上層レンズ膜24の表面全体を覆うように形成され、その表面が平坦に形成される。

例えば、上層レンズ膜24を屈折率1.4～1.5程度の酸化シリコン、保護膜を形成せずに屈折率1の空気とすることが可能であり、また、上層レンズ膜24を屈折率2程度の窒化シリコン、保護膜を屈折率1.4～1.5程度の酸化シリコンとすることが可能である。

本実施形態の場合は、上層レンズ膜24と保護膜との界面が、分離領域4上の中心付近からチャネル領域5上の一部にかけてなだらかな曲面形状をなし、その曲面形状の一端からチャネル領域5上の中心に向かって平面形状をなしている。

このように、透光性を有し、且つ、その表面が分離領域4上でチャネル領域5へ向かって連続的に凸部をなす上層レンズ膜24を形成しつつ、上層レンズ膜24上を上層レンズ膜24よりも屈折率の低い透光性の物質とすることで、上層レンズ膜24が電力供給線8上でプリズムとして機能し、電力供給線8上に入射される光をチャネル領域5へ導くことができる。上層レンズ膜24の表面が分離領域4の中心付近で曲面形状をなしており、特に、上層レンズ膜24の表面とN型シリコン基板2の表面とでなす角度が、電力供給線8の中心部に近づくほど大きくなるように設定されている。これにより、N型シリコン基板2の表面に対して垂直に入射される光は、上層レンズ膜により、電力供給線8の中心部分に近づく

ほど大きく屈折され、より多くの光を効率的にチャネル領域 5 内へ導くことができる。

また、透光性を有し、且つ、その膜厚がチャネル領域 5 側から分離領域 4 の中心に向かって連続的に厚くなる絶縁膜 2 2 の上に絶縁膜 2 2 よりも屈折率の高い透光性の下層レンズ膜 2 3 を積層した場合には、下層レンズ膜 2 3 も電力供給線 8 上でプリズムとして機能し、電力供給線 8 上に入射される光をチャネル領域 5 へさらに効率良く導くことができる。下層レンズ膜 2 3 についても、下層レンズ膜 2 3 と絶縁膜 2 2 との界面と N 型シリコン基板 2 の表面とでなす角度が、電力供給線 8 の中心部に近づくほど大きくなるように設定されている。これにより、N 型シリコン基板 2 の表面に対して垂直に入射される光は、下層レンズ膜により、電力供給線 8 の中心部分に近づくほど大きく屈折され、より多くの光を効率的にチャネル領域 5 内へ導くことができる。

尚、本実施形態においては、上層レンズ膜 2 4 及び保護膜の材料として、酸化シリコン膜や窒化シリコン膜を例示しているが、本願発明は、これに限られるものではない。即ち、上層レンズ膜 2 4 は上層レンズ膜 2 4 上の物質よりも高い屈折率を有し、かつ光学的に透明性を有する材料であれば良い。そして、上層レンズ膜 2 4 上に保護膜を形成する場合には、上層レンズ膜 2 4 は保護膜よりも高い屈折率を有し、かつ光学的に透明性を有する材料であれば良い。

また、下層レンズ膜 2 3 についても、絶縁膜 2 2 よりも高い屈折率を有し、かつ光学的に透明性を有する材料であるのが好適だが、必ずしも下層レンズ膜 2 3 の屈折率が絶縁膜 2 2 よりも高い屈折率である必要はない。さらに、上層レンズ膜 2 4 及び下層レンズ膜 2 3 は、必ずしも同じ材料である必要はない。

そして、上層及び下層レンズ膜その他の材料の屈折率に合わせて曲面形状の角度を適宜調節することで、本実施形態と同等の作用を得ることができる。例えば、上層レンズ膜 2 4 によるプリズムの機能だけで十分に、電力供給線 8 上に入射される光をチャネル領域 5 へと導くことができるときには、上層レンズ膜 2 4、下層レンズ膜 2 3 並びに絶縁膜 2 2 をすべて、酸化シリコンや窒化シリコンとすることも可能である。

図 2 は、本実施形態を採用した場合の光線追跡を示す図である。このように電



力供給線 8 上に入射される光が効率良くチャネル領域 5 側へ集光される。

図 3～図 13 は、本願発明の固体撮像素子の製造方法を示す工程別の断面図である。尚、この図においては、図 1 に示す部分と同一の部分を示している。

#### 第 1 工程：図 3

N 型シリコン基板 2 の表面領域に、ボロン等の P 型の不純物を拡散し、素子領域となる P 型拡散層 3 を形成する。この P 型拡散層 3 内に、更に P 型の不純物を選択的に注入して分離領域 4 を形成し、これら分離領域 4 の間隙に、リン等の N 型の不純物を注入してチャネル領域 5 となる N 型拡散層を形成する。

#### 第 2 工程：図 4

分離領域 4 及びチャネル領域 5 が形成された N 型シリコン基板 2 の表面を熱酸化し、酸化シリコンからなるゲート絶縁膜 6 を形成する。このゲート絶縁膜 6 の上に CVD 法 (Chemical Vapor Deposition: 化学的気相成長法) を用いて多結晶シリコン膜を形成する。そして、この多結晶シリコン膜をチャネル領域 5 と交差する所定の形状にパターニングし、転送電極 7 を形成する。

#### 第 3 工程：図 5

転送電極 7 上に CVD 法により酸化シリコンを積層し、1 層目の絶縁膜を形成する。この 1 層目の絶縁膜に対し、分離領域 4 上となる位置にコンタクトホール 11 を形成する。そして、1 層目の絶縁膜上にアルミニウムを積層し、所定の形状にパターニングして電力供給線 8 を形成する。

#### 第 4 工程：図 6

電力供給線 8 が形成された 1 層目の絶縁膜上に、CVD 法を用いて BPSG 膜を積層し、1 層目の絶縁膜と合わせた絶縁膜 22 を形成する。尚、この BPSG 膜は、後の工程にてエッチング処理がなされるため、この第 4 工程では、加工後の最大膜厚よりも厚く形成される。そして、この BPSG 膜の表面に熱処理を施して絶縁膜 22 の表面を平坦化する。

#### 第 5 工程：図 7

絶縁膜 22 上にレジスト層 31 を積層し、このレジスト層 31 を電力供給線 8 に沿ってパターニングし、電力供給線 8 を覆うマスクパターン 32 を形成する。そして、マスクパターン 32 をマスクとして、絶縁膜 22 に異方性エッチング処理

(例えば、ドライエッチング処理)を施し、絶縁膜 2 2 の膜厚をチャネル領域 5 に沿って薄くする。

#### オプション工程：図 8

絶縁膜 2 2 上に残ったマスクパターン 3 2 を除去し、異方性エッチング処理の施された絶縁膜 2 2 に対して等方性エッチング処理（例えば、ウェットエッチング処理）を施す。この等方性エッチング処理により、絶縁膜 2 2 を分離領域 4 上でチャネル領域 5 側から分離領域 4 側に向かって連続的に膜厚が厚くなる形状に形成することができる。このように、先ず、異方性エッチング処理を施した後に、等方性エッチング処理を施すという方法を用いることで、例えば、図 1 に示すような曲面形状を有する形状であっても容易に形成することができる。即ち、異方性エッチング処理の処理時間にて層間絶縁膜 2 2 による下層レンズ膜 2 3 の膜厚を自由に設定することができる共に、等方性エッチング処理の処理時間にて下層レンズ膜の曲面部分の角度を自由に設定することができる。これら 2 つのエッチング処理を適宜調節することにより、フレーム転送方式の固体撮像素子のような分離領域 4 の幅が極端に狭いタイプのものであっても、電力供給線 8 上の所定の位置に所望の形状を正確に形成することができる。なお、この工程は必ずしも必要ではない。

#### 第 6 工程：図 9

絶縁膜 2 2 を形成したシリコン基板 1 上に、プラズマ C V D 法により窒化シリコンを積層し、絶縁膜 2 2 表面の全体を覆って下層レンズ膜 2 3 を形成する。このとき、下層レンズ膜 2 3 の表面は、絶縁膜 2 2 の凹凸形状を反映して、電力供給線 8 上でなだらかな凸部を形成する。

#### 第 7 工程：図 1 0 ～図 1 2

図 1 0 のように下層レンズ膜 2 3 に、例えばレジスト 3 3 を塗布し、表面を平坦化する。その後、レジスト 3 3 の表面を異方性エッチバック処理によりエッチバックしていく。このとき、エッチングガスの混合比を適切に選択することで、レジスト 3 3 よりも下層レンズ膜 2 3 の方がエッチングされ易い条件とすることが可能である。これにより、図 1 1 のようにレジスト 3 3 よりも下層レンズ膜 2 3 がエッチングガスに曝されている部分がより大きくエッチングされる。その結果

、レジスト 33 をすべてエッチングしたときには、図 12 のように下層レンズ膜 23 の表面は電力供給線 8 上でなだらかな凹部を形成する。

#### 第 8 工程：図 13

下層レンズ膜 23 を形成したシリコン基板 2 上に、プラズマ CVD 法により窒化シリコンを積層し、下層レンズ膜 23 の表面の全体を覆って上層レンズ膜 24 を形成する。このとき、上層レンズ膜 24 の表面は電力供給線 8 上でなだらかな凹部を形成する。例えば、図 1 に示すような曲面形状を有する形状であっても容易に形成することができる。即ち、プラズマ CVD 法による窒化シリコンの積層条件を適宜設定することで、上層レンズ膜 24 によるレンズ部分の上部の膜厚を自由に設定できると共に、レンズ部分の上部の曲面部分の角度を自由に設定することができる。

必要であれば上層レンズ膜 24 を形成したシリコン基板 2 上に、プラズマ CVD 法により酸化シリコンを積層し、上層レンズ膜 24 表面の全体を覆って保護膜を形成する。そして、保護膜の表面をエッチバック処理、又は、CMP 法 (Chemical Mechanical Polish: 化学的機械的研磨法) により平坦化する。

以上の製造方法によれば、図 1 に示す下層レンズ膜 23 及び上層レンズ膜 24 を有する固体撮像素子を得ることができる。

図 1 は、上記の第 1 ～ 5 工程、オプション工程、第 6 ～ 8 工程を経て製造した本願発明の固体撮像素子の実施形態を示す構成であるが、オプション工程を経ずに製造した本願発明の固体撮像素子の実施形態を示す構成を図 14 に示す。この構成においても、上層レンズ膜 24 上を上層レンズ膜 24 よりも屈折率の低い透光性の物質とすることで、上層レンズ膜 24 が電力供給線 8 上でプリズムとして機能し、電力供給線 8 上に入射される光をチャネル領域 5 へ導くことができる。

なお、本願発明はフレーム転送方式のほか、その他の転送方式の CCD 型固体撮像素子はもちろん、MOS 型、BBD 型 (バケツリレー型)、CID 型 (電荷注入型) の固体撮像素子、アバランシェ型等の増倍型固体撮像素子にも適応可能である。

本願発明によれば、透光性を有し、且つ、その表面が分離領域上でチャネル領域へ向かって連続的に凸部をなす上層レンズ膜を形成しつつ、上層レンズ膜上を

上層レンズ膜よりも屈折率の低い透光性の物質とすることで、上層レンズ膜が電力供給線上でプリズムとして機能し、電力供給線上に入射される光をチャネル領域へ導くことができる。これにより、半導体基板へ照射される光を効率的に光電変換することができ、受光感度を向上させることができる。

## 請求の範囲

1. 半導体基板と、この半導体基板の一主面に互いに一定の距離を隔てて平行に配列される複数のチャネル領域と、この複数のチャネル領域の間隙に配置される複数の分離領域と、前記半導体基板上に前記複数のチャネル領域と交差する方向に延在して配列される複数の転送電極と、前記複数の転送電極上に前記複数の分離領域に沿って配置される複数の電力供給線と、

前記複数の転送電極上に前記複数の電力供給線を覆って積層される透光性の絶縁膜と、前記絶縁膜上に積層される透光性のレンズ膜と、を備え、

前記絶縁膜の膜厚は、前記分離領域の中心で厚くなると共に前記チャネル領域の中心で薄くなり、かつ、

前記レンズ膜は、その表面が前記分離領域上で前記チャネル領域へ向かって連続的に凸部をなす形状を有し、

前記レンズ膜は、前記レンズ膜の上層の物質よりも高い屈折率を有することを特徴とする固体撮像素子。

2. 請求項 1 に記載の固体撮像素子において、

前記絶縁膜は、前記分離領域上で前記チャネル領域へ向かって連続的に膜厚が薄くなっていることを特徴とする固体撮像素子。

3. 請求項 1 又は請求項 2 に記載の固体撮像素子において、

前記レンズ膜は、前記絶縁膜よりも高い屈折率を有することを特徴とする固体撮像素子。

4. 半導体基板の一主面に複数のチャネル領域を互いに一定の距離を隔てて平行に配列すると共に、前記複数のチャネル領域の間隙に複数の分離領域を形成する第1の工程と、

前記半導体基板上に複数の転送電極を前記複数のチャネル領域と公差する方向に延在して形成すると共に、前記複数の転送電極の上に複数の電力供給線を前記分離領域を覆って形成する第2の工程と、

透光性の絶縁膜を所定の膜厚で前記複数の転送電極上に積層する第3の工程と、

前記複数の電力供給線を覆って前記複数のチャネル領域に沿って延在するマスクパターンを前記絶縁膜上に形成する第4の工程と、

前記マスクパターンに沿って前記絶縁膜を異方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記複数のチャネル領域に沿って薄くする第5の工程と、

透光性の下層レンズ膜を前記絶縁膜上に積層する第6の工程と、

前記下層レンズ膜をエッチバック処理により、前記分離領域上に凹部を形成する第7の工程と、

透光性の上層レンズ膜を前記下層レンズ膜上に積層する第8の工程と、を有し、

前記上層レンズ膜は、前記上層レンズ膜の上層の物質よりも高い屈折率を有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

図1

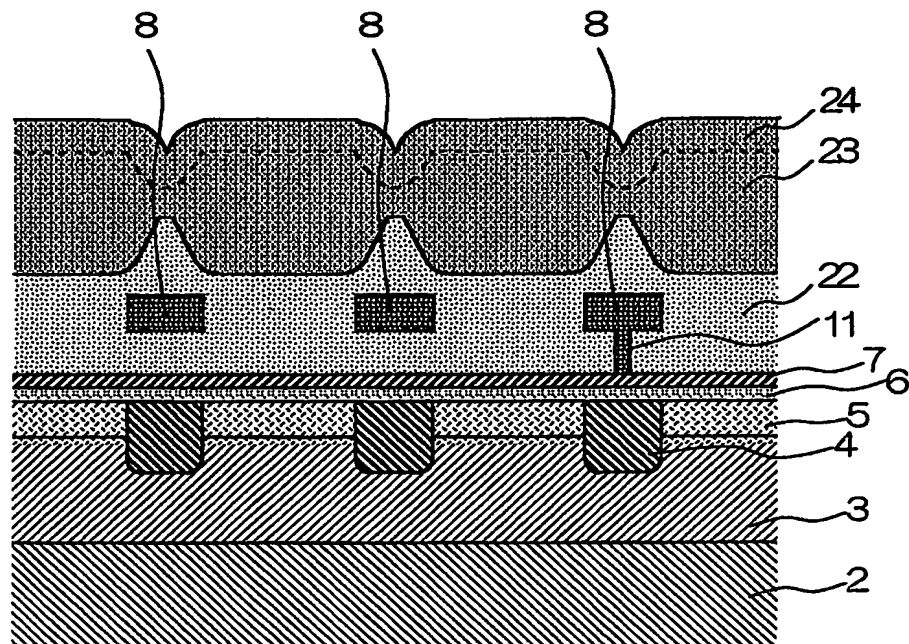


図2

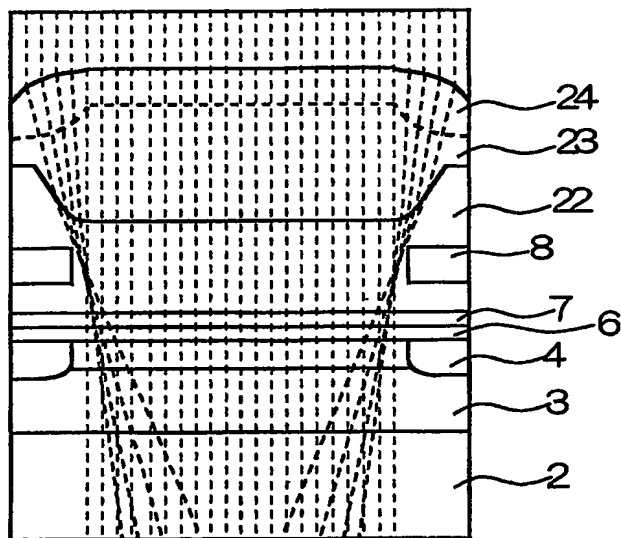


図3

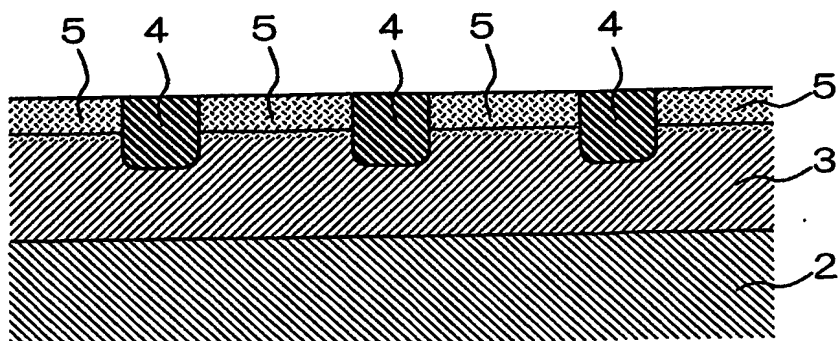


図4

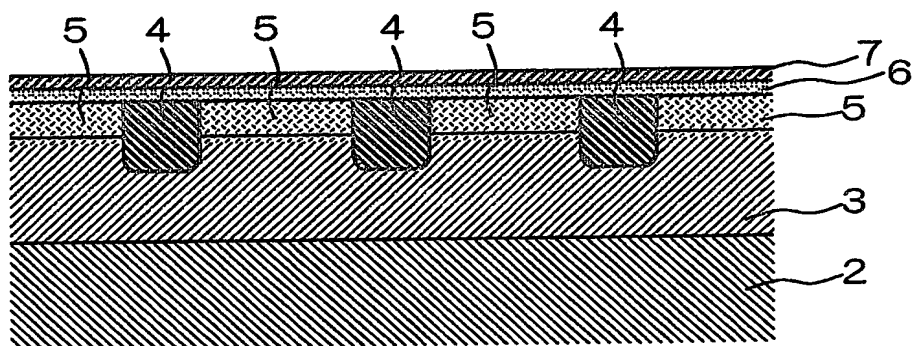


図5

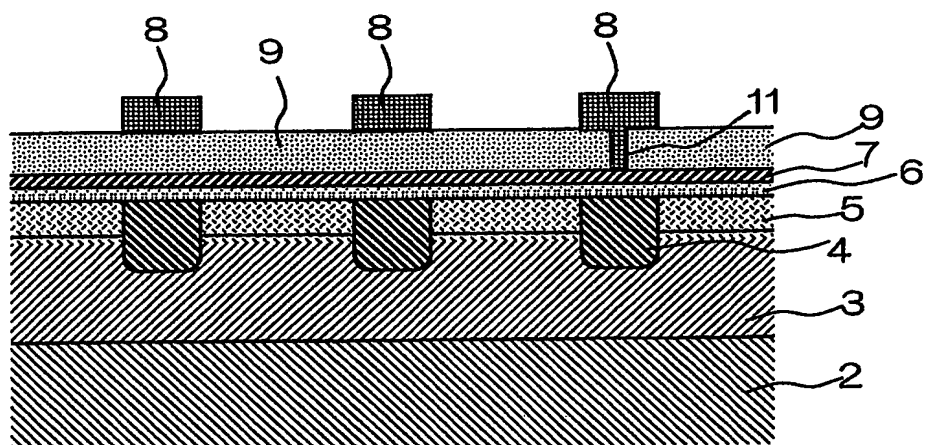




図6

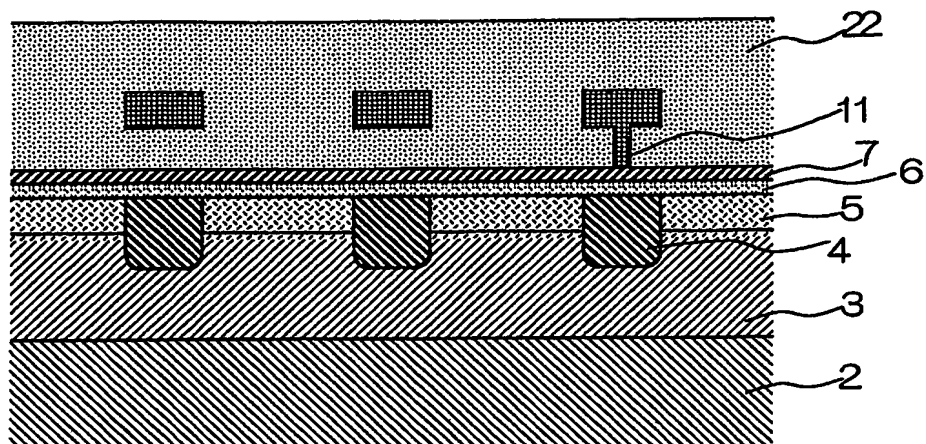


図7

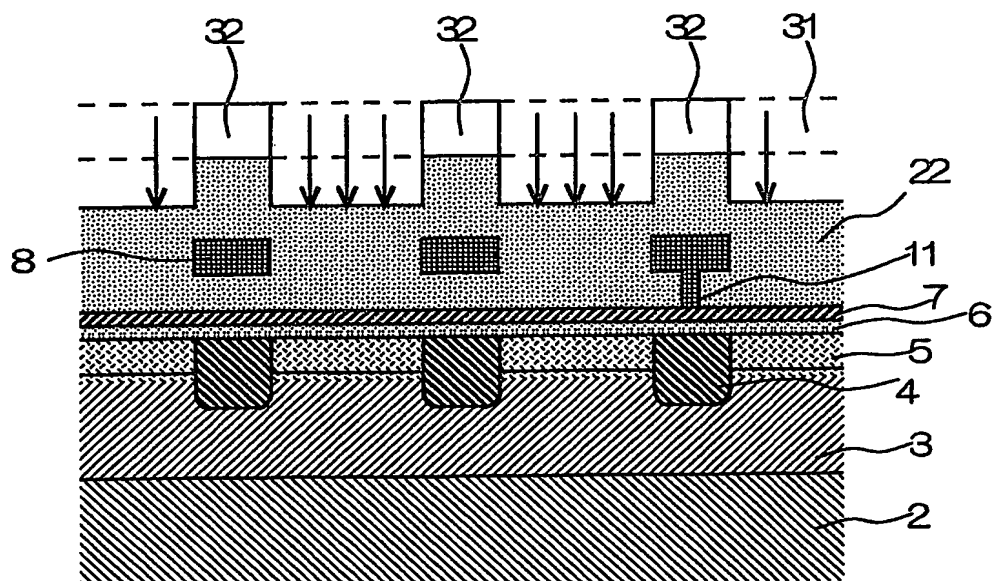


図8

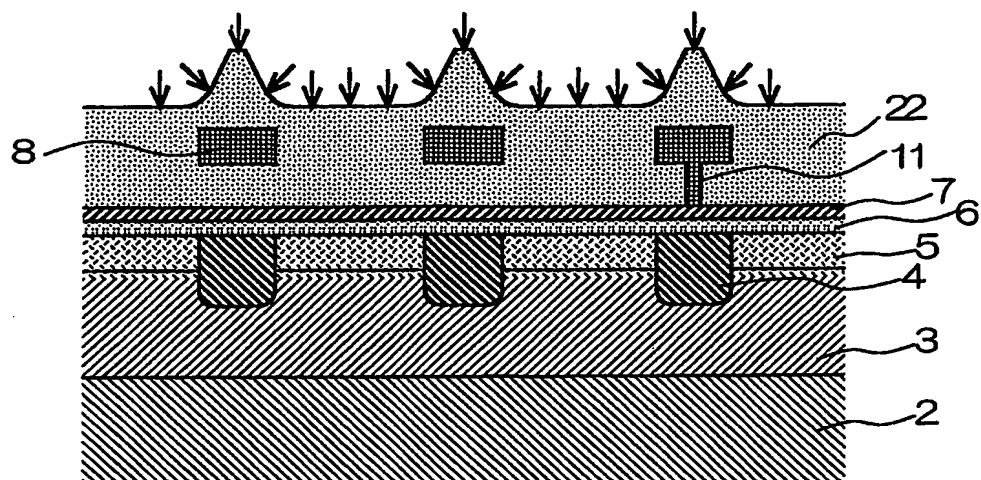


図9

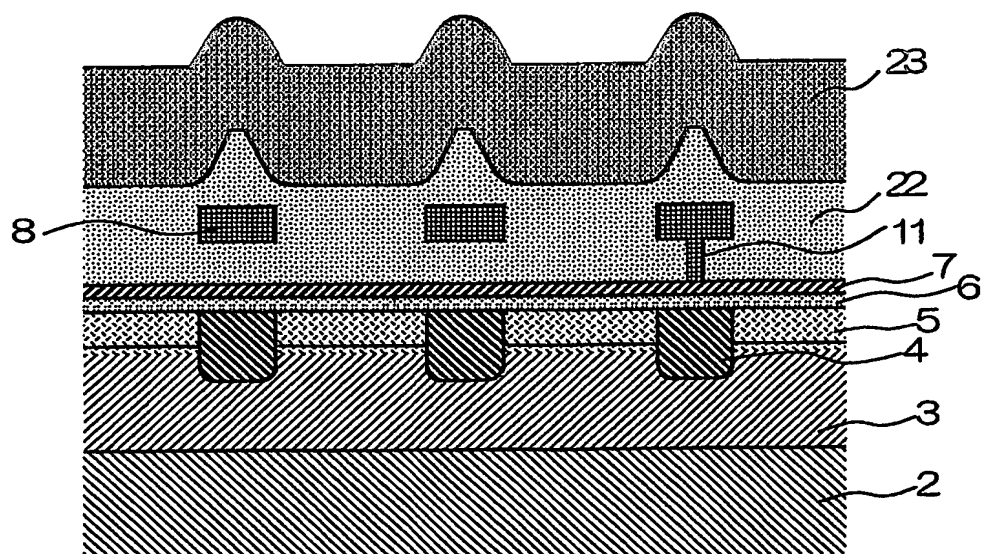


图10

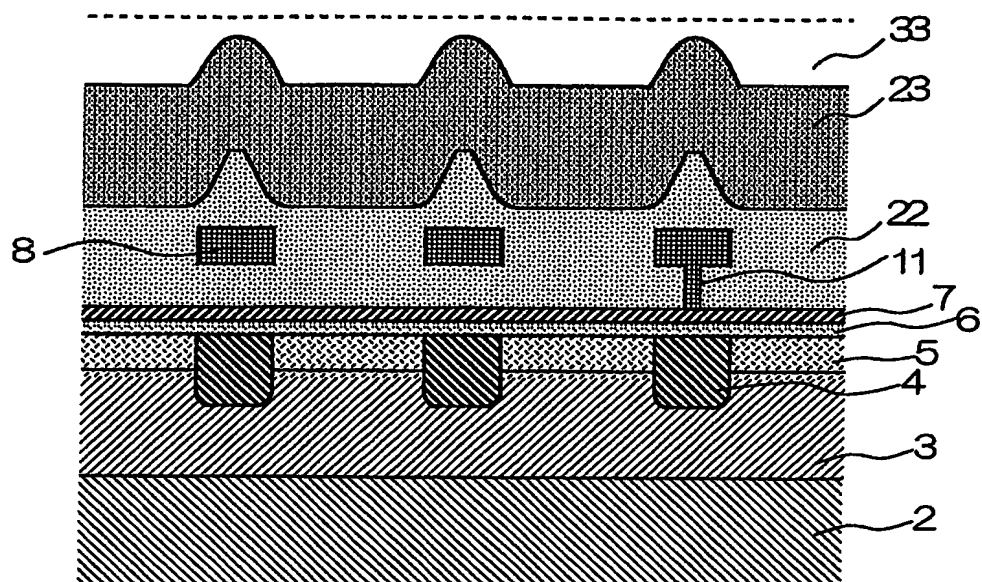


图11

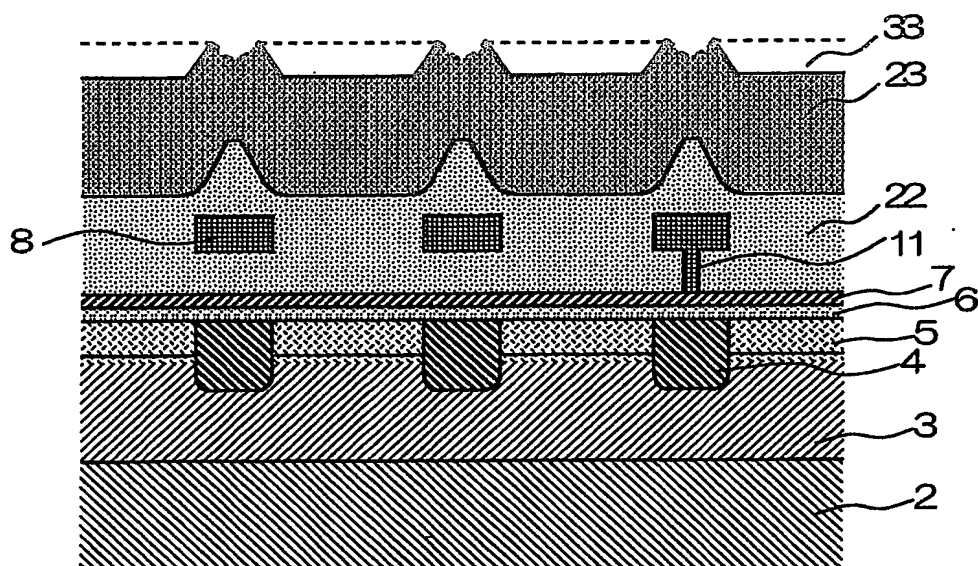


図12

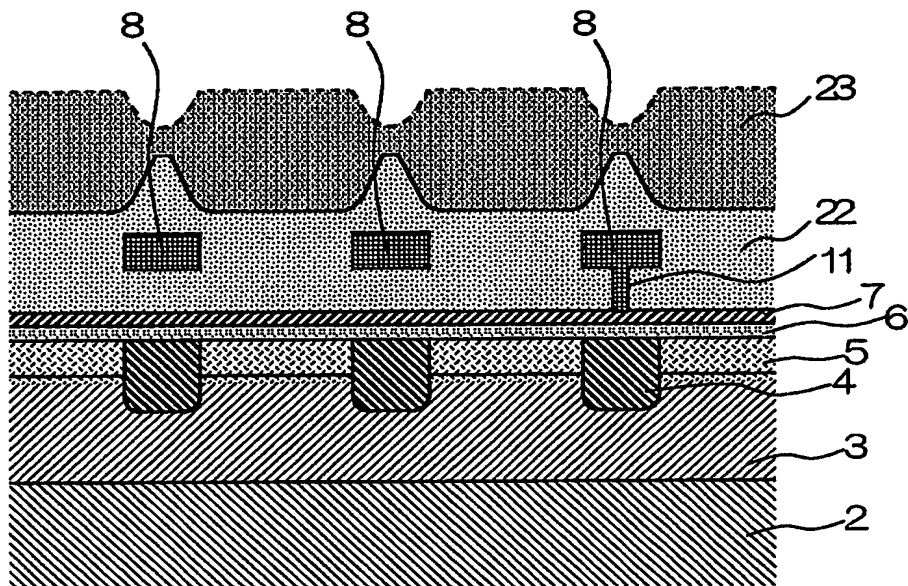


図13

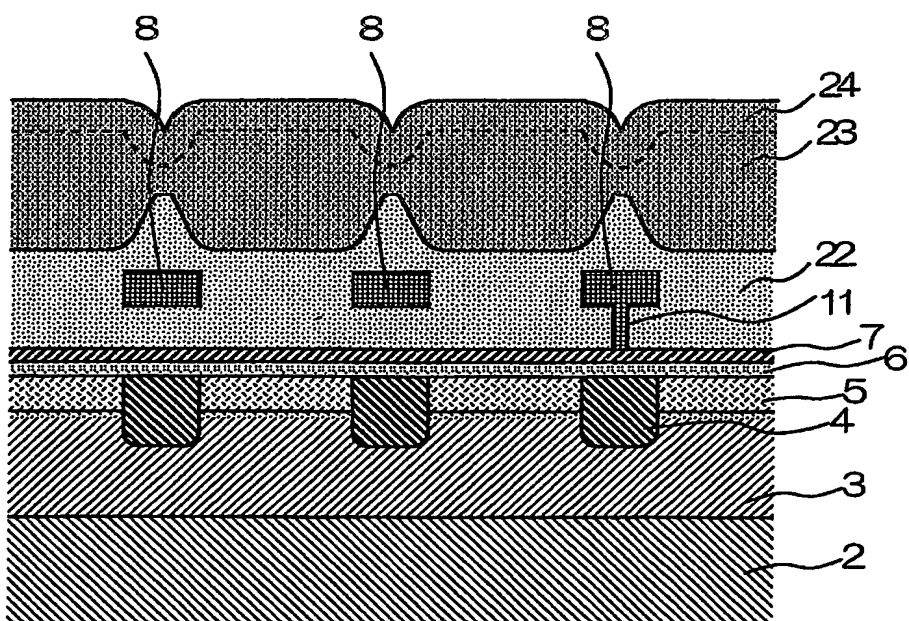


図14

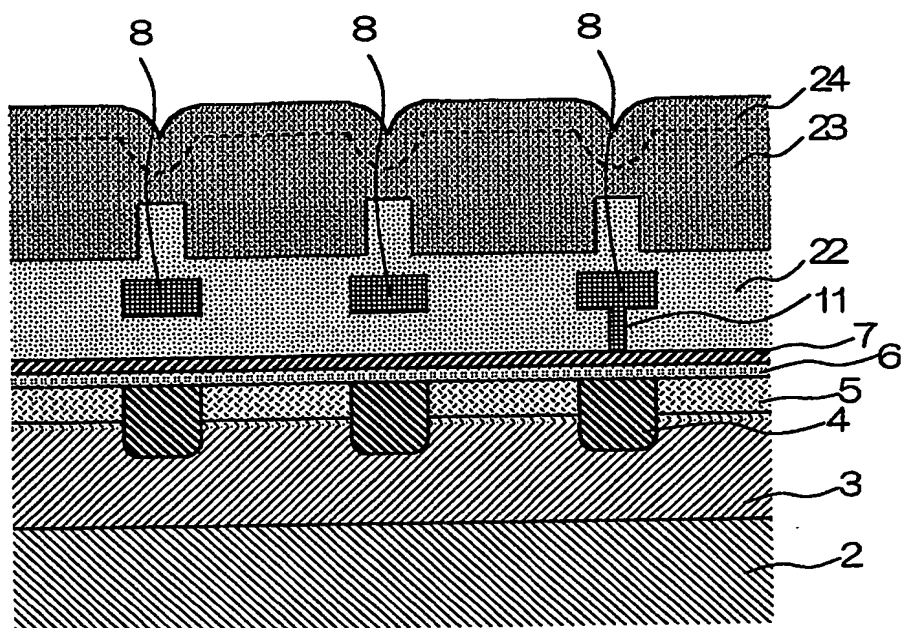


図15

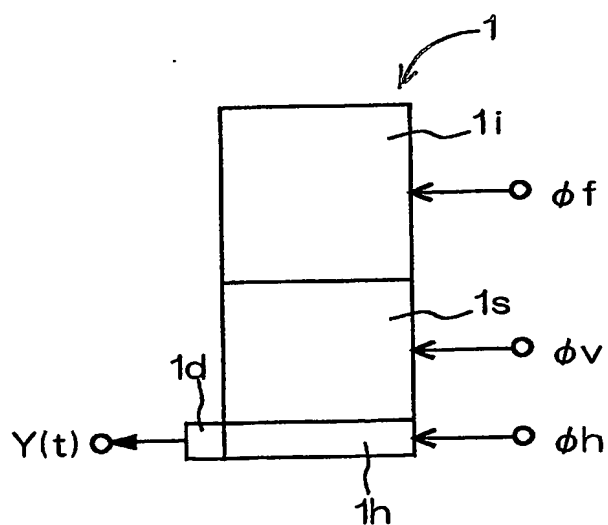


図16

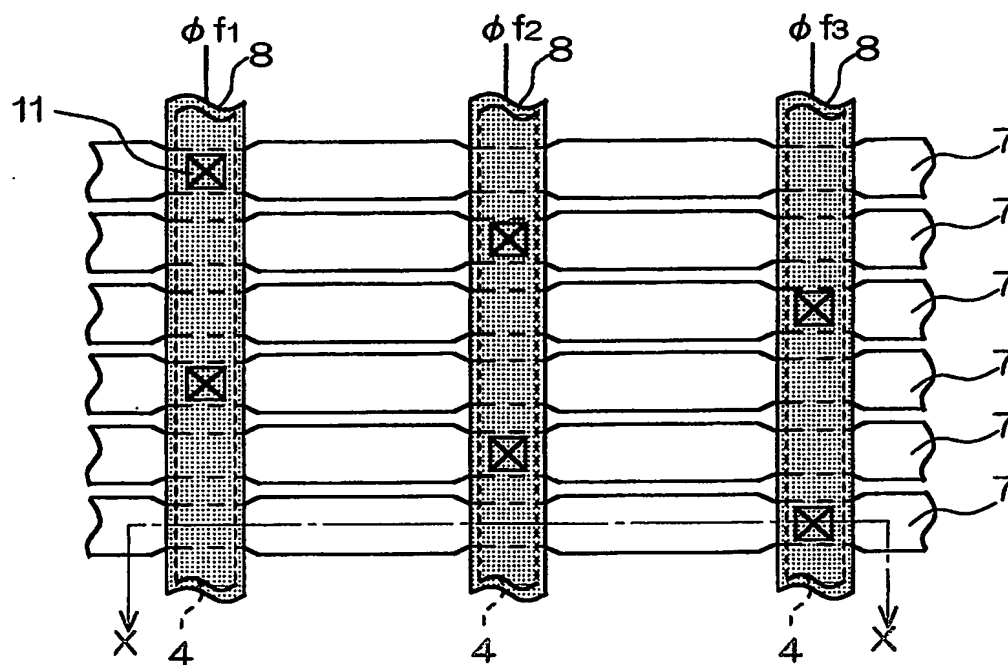
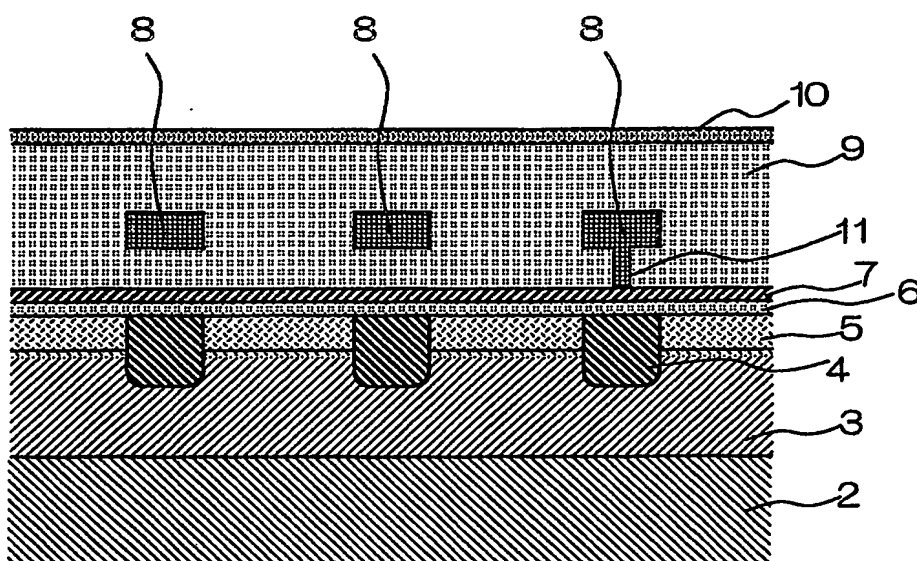


図17



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005487

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L27/14, H01L27/148, H04N5/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L27/14, H01L27/148, H04N5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-106425 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 11 April, 2000 (11.04.00), Full text (Family: none)	1-4
A	JP 04-115678 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 16 April, 1992 (16.04.92), Full text (Family: none)	1-4
A	JP 2001-189443 A (Sony Corp.), 10 July, 2001 (10.07.01), Full text & US 2002/0003230 A1	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 July, 2004 (16.07.04)Date of mailing of the international search report  
03 August, 2004 (03.08.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005487

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 06-125070 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 May, 1994 (06.05.94), Full text & US 5371397 A	1-4
P, Y P, A	JP 2003-264284 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 19 September, 2003 (19.09.03), Full text & CN 1444287 A	1-3 4
P, Y P, A	JP 2003-179221 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 June, 2003 (27.06.03), Full text (Family: none)	1-3 4



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H01L27/14, H01L27/148, H04N5/335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H01L27/14, H01L27/148, H04N5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-106425 A(三洋電機株式会社)2000. 04. 11, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 04-115678 A(三洋電機株式会社)1992. 04. 16, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2001-189443 A(ソニー株式会社)2001. 07. 10, 全文 &US 2002/0003230 A1	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
16. 07. 2004

国際調査報告の発送日 03. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
栗野 正明

4M 9353

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 06-125070 A(三菱電機株式会社)1994. 05. 06, 全文 &US 5371397 A	1-4
PY PA	JP 2003-264284 A(三洋電機株式会社)2003. 09. 19, 全文 &CN 1444287 A	1-3 4
PY PA	JP 2003-179221 A(三菱電機株式会社)2003. 06. 27, 全文 (ファミリーなし)	1-3 4